

Pomiar zadymienia spalin



Zajęcia laboratoryjne w pracowni badań
silników spalinowych
Katedra Mechatroniki
Wydział Nauk Technicznych UWM

Opiekun Naukowy :
mgr Maciej Mikulski

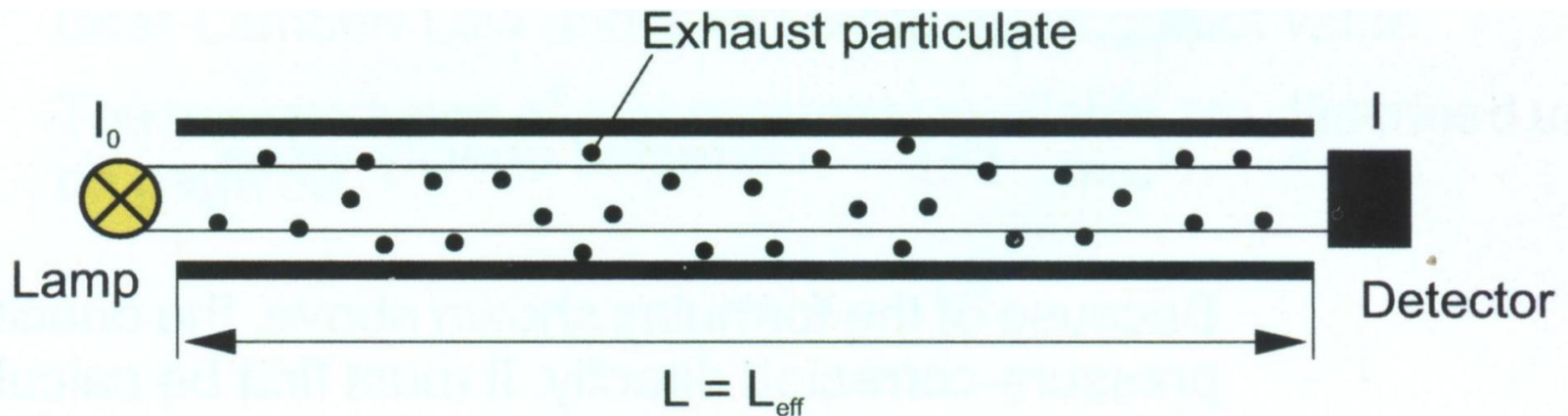
Pomiar zadymienia spalin

- Zadymienie spalin – jest wynikiem obecności w nich cząstek stałych (głównie sadzy)
- Przy zawartości sadzy 100-300 (mg/m³) zadymienie spalin staje się widoczne. Czarny dym pojawia się przy stężeniu ok. 500 (mg/m³).
- Zwiększeniu zadymienia spalin towarzyszy zwykle wzrost pozostałych składników toksycznych (CO₂, CO, HC, NO_x)
- Pomiar zadymienia spalin jest jedynym wymaganym w kraju pomiarem przy okresowych badaniach technicznych pojazdów z silnikami o ZS.
- Przyrządy do pomiaru zadymienia spalin to dymomierze optyczne wykorzystujące w działaniu zjawisko pochłaniania promieniowania widzialnego (światła) w gazach.

Zasada pomiaru

Dymomierz mierzy spadek natężenia światła pomiędzy źródłem a odbiornikiem.

Pomiar umożliwia wyznaczenie współczynnika absorpcji w ośrodku korzystając z prawa BEER-LAMBERTA.



$$I = I_0 \cdot e^{-kL}$$

k [1/m] –współczynnik absorpcji mierzony przez urządzenie

Pomiar zadymienia spalin

$$k = \frac{-\text{Ln} \left(\frac{I}{I_0} \right)}{L}$$

- Współczynnik absorpcji silnie zależy od temperatury i ciśnienia.
- Aby uzyskać wyznacznik poziomu zadymienia spalin niezależny od temperatury i ciśnienia w kanale pomiarowym, obliczony współczynnik absorpcji musi zostać skorygowany.

$$k_{corr} = k \cdot \frac{T_{gaz}}{T_{Norm}} \cdot \frac{p_{atm}}{p_{gaz}}$$

Pomiar zadymienia spalin

- W testach wykorzystuje się wielkość zwaną zadymieniem N (ang. OPACITY) , podawaną w % i definiowaną jako:

$$\frac{I}{I_0} = 1 - \frac{N}{100}$$

- Urządzenie podaje zadymienie (po korekcie ze względu na Temperaturę i Ciśnienie) jako rezultat obliczeń:

$$N_{corr} = 100 \cdot (1 - e^{-k_{corr} \cdot L})$$

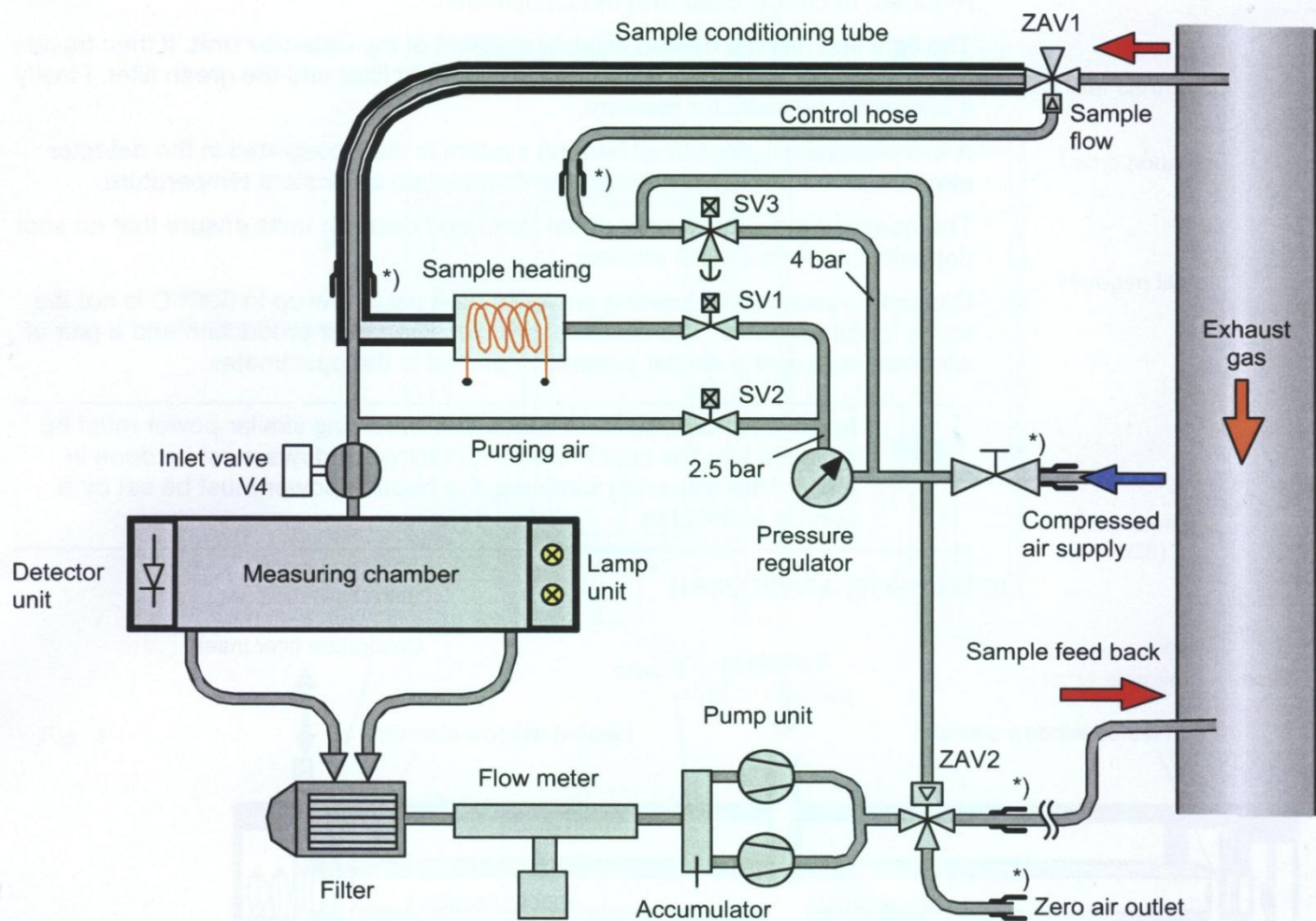
Opacymetr AVL 439

- $L = 0.430 \text{ m}$
- automatyczna kalibracja
- automatyczny pomiar ciśnienia i temperatury w komorze pomiarowej.
- Automatyczna korekcja wyników pomiarowych ze względu na temperaturę i ciśnienie
- szybkie wygrzewanie urządzenia
- automatyczny cykl pomiarowy
- Integracja z systemem zarządzania hamownią

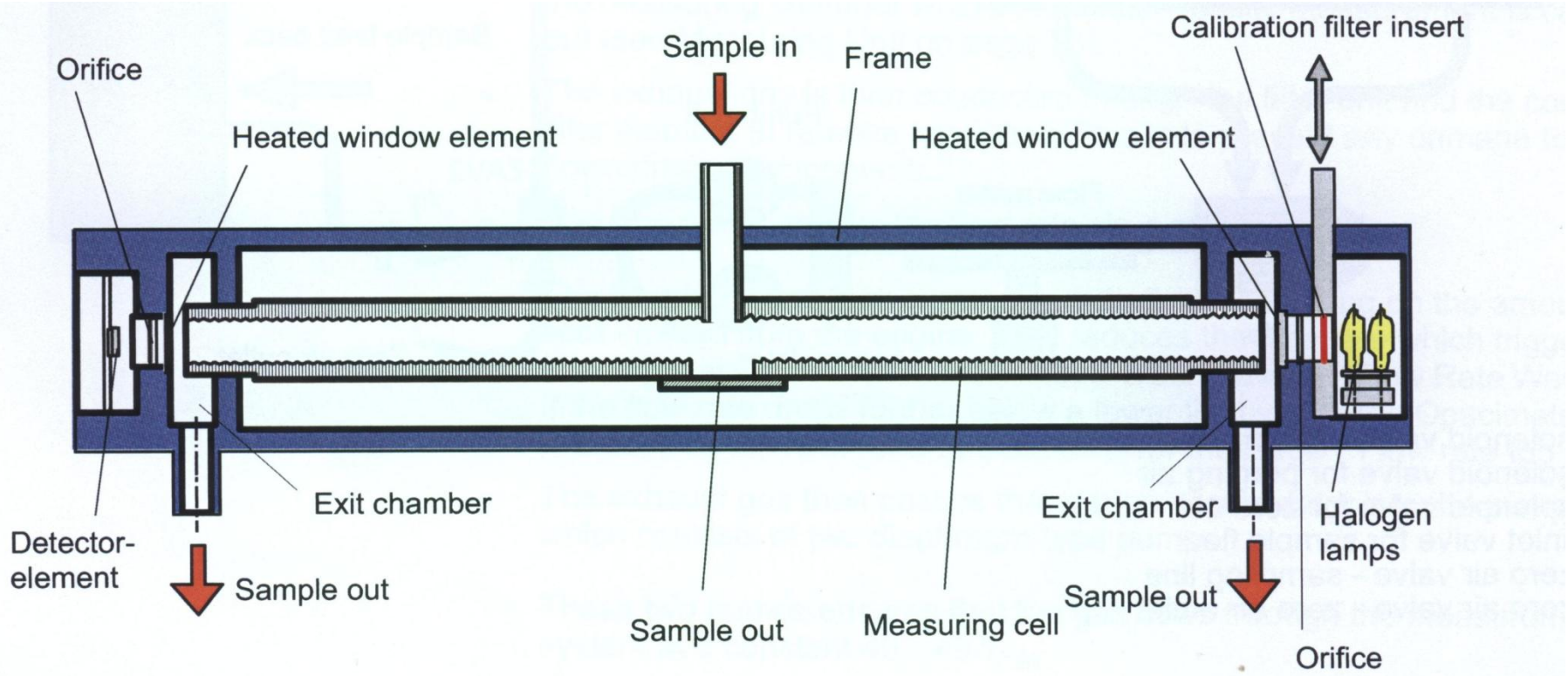


Układ pomiarowy - opacymetr

Gas flow scheme



Układ pomiarowy – kanał pomiarowy



Tryby pracy

- Pomiar
- Zerowanie
- Sprawdzanie punktu zerowego
- Pauza
- Wyłączony
- Test liniowości
- Kalibracja
- Przepłukanie sondy

Pomiar

- Mierzone jest zadymienie gazów przepływających przez opacymetr.
- Pobrana próbka gazu jest kondycjonowana w przewodzie doprowadzający.
- W przewodzie utrzymywana jest stała temperatura (ogrzewanie płaszczem sprężonego powietrza) zapewniając stabilne warunki w kanale pomiarowym.
- Obliczane jest zadymienie zgodnie z algorytmem podanym we wstępie.

Zerowanie

- Przez kanał pomiarowy przepuszczane jest powietrze atmosferyczne kondycjonowane do temperatury spalin.
- Urządzenie mierzy średnią wartość natężenia światła w czasie 30 s. Ta średnia wartość zapisywana jest potem jako natężenie źródła I_0
- Zerowanie uruchamiane jest automatycznie za każdym razem przy włączeniu urządzenia oraz po wyjściu z trybu pauzy
- Zerowanie powinno być wywołane ręcznie po każdym cyklu pomiarowym
- Procedura trwa ok. 1 min; system wyświetla czas pozostały do zakończenia procedury

Sprawdzanie punktu zerowego

- Urządzenie przepuszcza czyste powietrze przez kanał pomiarowy, ale nie przechodzi w tryb zerowania (nie zapisuje nowej wartości I_0)
- Tryb umożliwia sprawdzenie stabilności punktu zerowego
- Tryb można uruchomić tylko w trakcie pomiaru.

PAUZA

- Tryb zaprojektowano aby oszczędzać energię. Powinien być aktywowany tylko w przypadku krótkiej przerwy w pomiarach
- Tryb pauzy pozwala na możliwie szybkie przejście do trybu pomiaru (procedura uruchomienia urządzenia trwa ok. 20 min!)
- W tym trybie zawory dolotowe są zamknięte, działa podgrzewanie komory pomiarowej; ogrzewanie kanału dolotowego na zredukowanym poziomie.

Przepłukiwanie

- Przez kanał pomiarowy i kanał kondycjonujący przepuszczane jest sprężone powietrze z natężeniem przepływu ok. 90 l/min.
- Procedura służy usunięciu osadów jakie mogły nagromadzić się podczas poprzednich testów.
- Linie pomiarowe są przepłukiwane automatycznie przy każdym włączeniu i wyłączeniu urządzenia oraz przed zerowaniem.
- Przepłukiwanie należy wyłączyć w przypadku badań prowadzonych przed katalizatorem.

Gotowość do wyłączenia

- Stan może zostać uruchomiony z poziomu o programowania opacymetru.
- Wyłączane są pompy, zamknięte wszystkie zawory, ogrzewanie okien, kondycjonowanie kanału próbkującego i pomiarowego.
- Włączona elektronika sterująca i wentylatory.
- Urządzenie można wyłączyć TYLKO w tym trybie i po automatycznym zamknięciu się zaworu doprowadzającego PA.
- Z trybu gotowości do wyłączenia można przejść do każdego z wymienionych poprzednio. Za każdym razem wymagane jest przeprowadzenie procedury pełnego rozgrzewania.

Metoda swobodnego przyspieszania

- Polega na symulowaniu rzeczywistych warunków pracy silnika, poprzez obciążenie własną bezwładnością.
- W tym celu rozpędza się silnik od prędkości biegu jałowego do maksymalnej prędkości obrotowej przy maksymalnym wydatku pompy wtryskowej.
- Po osiągnięciu maksymalnych obrotów puszczamy pedał przyspieszenia.
- Rejestruje się maksymalną wartość zadymienia podczas tego procesu.

PROTOKÓŁ POMIARU ZADYM

16.12.2005 11:37

Stacja kontroli pojazdów
Pojazd: Samochód osobowy

Nr. rej. _____
Marka: Skoda
Stan km: 90.000

Silnik TDI (110KM)
Typ: OCTAVIA

Wynik pomiaru:

Obr.jal. [min⁻¹] 900

Obr.max. [min⁻¹] 3710

Temp. oleju [°C] 77

Wyp.wtrysku [°OWK] ---

Przy obrotach [min⁻¹] ---

Nr	njal	nmax	tp	k
	[min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[s]	[m ⁻¹]
1.	900	5120	0,50	0,01
2.	900	5100	0,80	0,01
3.	900	5130	0,75	0,02
4.	900	5110	0,51	0,02

Wart.srednia 0,64 0,02
Rozrzut pom. 0,30 0,01

k dop. k

Zadymienie [m⁻¹] 0,02

DYMMOMIERZ AT 601
Wykonał

E. P. ...

PROTOKÓŁ POMIARU ZADYM

16.12.2005 12:00

Stacja kontroli pojazdów
Pojazd: Samochód osobowy

Nr. rej. _____
Marka: Daihatsu
Stan km: 70.000

Silnik 1,0 D. Turbo
Typ: Charade

Wynik pomiaru:

Obr.jal. [min⁻¹] 940

Obr.max. [min⁻¹] 3890

Temp. oleju [°C] 93

Wyp.wtrysku [°OWK] ---

Przy obrotach [min⁻¹] ---

Nr	njal	nmax	tp	k
	[min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[s]	[m ⁻¹]
1.	940	4100	1,03	1,01
2.	960	4070	0,99	0,96
3.	950	3890	1,03	0,90
4.	960	4210	1,04	0,90

Wart.srednia 1,02 0,94
Rozrzut pom. 0,05 0,11

k dop. k

Zadymienie [m⁻¹] 0,94

DYMMOMIERZ AT 601
Wykonał

E. P. ...

Oliver ISC D60

Fiat Punto 1,9D
Rok produkcji 2000
Przebieg: 120.000 km
Pompa wtryskowa
rozdzielaczowa Lucas

Test K/m(-1) N% Luz Obr.

1.	0,35	14	0
2.	0,23	9	0
3.	0,41	16	0
4.	0,13	5	0
5.	0,42	16	0
6.	0,43	17	0

Ważne średnie zadymienie..
K = 0,33 m(-1).....Norma
O = 13 %

Silnik bez doładowania
Średnica rury poziomej 65mm
Kalibracja prawidłowa

W normie poziom = 2,50m(-1)
W normie poziom = 66%

Dryf = 0,00 m(-1)
Dryf = 0%

Oliver ISC D60

Renault Clio
dci 1,5 60KM
System wtrysku
Typ common rail
Rok produkcji 2003
Przebieg 190.000 km

Test K/m(-1) N% Luz Obr.

1.	0,00	0	0
2.	0,00	0	0
3.	0,00	0	0
4.	0,00	0	0

Ważne średnie zadymienie..
K = 0,00 m(-1).....Norma
O = 0 %

Silnik z turbo doładowaniem
Nr. Rejestr. Pojazdu: A
Średnica rury poziomej 65mm
Kalibracja prawidłowa

W normie poziom = 3,00m(-1)
W normie poziom = 72%

Dryf = -0,01 m(-1)
Dryf = 0%

ZAGADNIENIA DO OPRACOWANIA

- Zasada działania i obsługa opacymetru AVL 439.
- Obowiązujące normy zadymienia spalin.
- Rodzaje testów zadymienia spalin.
- Metoda swobodnego przyspieszania – wykonanie pomiarów i interpretacja wyników.
- Przeliczanie z zadymienia N [%] na współczynnik absorpcji k [m^{-1}].
- Jakie warunki powinny być spełnione podczas przeprowadzania miarodajnych testów zadymienia?
- Jakie parametry regulacyjne silnika mają wpływ na stopień zadymienia spalin. Technologie umożliwiające ograniczenie zadymienia.